

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikka

Meritekniikka

2017

Lauri Laaksonen

# LAIVAN LVI- VALMISTUSSUUNNITTELU- PROSESSIN KUVAUS JA KEHITTÄMINEN

Lauri Laaksonen

# LAIVAN LVI- VALMISTUSSUUNNITTELUPROSESSIN KUVAUS JA KEHITTÄMINEN

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kuvata risteilylaivan yleisten alueiden LVI-valmistussuunnitteluprosessi ja kartoittaa sen ongelmia. Toimeksiantajayrityksen tavoitteena on tuottaa virheetön lopputuote suunnitellussa aikataulussa, ja tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää suunnitteluprosessia tavoitteiden saavuttamiseksi. Opinnäytetyö tehtiin Allstars Engineering Oy:n toimeksiannosta.

Työ rajattiin koskemaan vain risteilylaivojen yleisiä alueita ja LVI-valmistussuunnittelua. Kuvattava prosessi on rajattu alkamaan suunnittelijan saatua suunnittelutehtävän tietyllä alueella ja päättämään tilaajan hyväksyttyä toimitetun aineiston.

Prosessinkuvauksen tekemisen perustana käytettiin yrityksessä työskentelevien LVI-suunnittelijoiden haastatteluja ja yrityksestä löytyviä 3D-suunnitteluohjeita. Prosessin ongelmakohtia kartoitettiin haastattelujen perusteella.

Opinnäytetyön tuloksena on LVI-valmistussuunnitteluprosessin kuvaus uimaratakaaviona sekä sanallisena selityksenä. LVI-valmistussuunnitteluprosessin ongelmiksi paljastuivat perussuunnitteluaineistoon liittyvät ongelmat, muutoksista tiedottamisen ongelmat, ja pienet kehityskohteet suunnitteluohjelmistossa. Prosessin tulevana kehityskohteina ovat palaverikäytäntöjen tarkastaminen, esimerkiksi projektin sisäisten aloituspalaverien pitäminen, tuotantoon tutustumisen mahdollistaminen suunnittelijoille, koulutusmateriaalin kääntäminen englanniksi sekä palautteen antamisen lisääminen suunnittelijoille.

## ASIASANAT:

valmistussuunnittelu, risteilyalus, LVI, laivanrakennus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and production engineering | Marine technology

2017 | 40 pages

Lauri Laaksonen

## DESCRIPTION AND DEVELOPMENT OF A SHIP'S HVAC DESIGN PROCESS

The aim of this study was to describe the design process of a cruise ship's HVAC design in public areas and examine the problems of the process. This thesis was commissioned by Allstars Engineering Ltd. Allstars Engineering Ltd's goal is to produce a flawless final product on schedule. This study was conducted to develop the design process in order to achieve these goals.

The study was limited to the HVAC detail design of the public areas of cruise ships. The process description was limited to start from the moment designer receives the design assignment and to end when the material is delivered and approved by the client. The process description was made based on interviews of the company's HVAC designers and 3D-design guide, which is found on the company's network drive.

The result of this thesis is a description of the HVAC detail design process as a swim lane chart, and a verbal process explanation. The problems in the design process were gathered based on the interviews. The biggest problems in the HVAC detail design process were problems in the information flow, problems concerning start-up data and minor problems with the 3D routing software. For future process development company should concentrate on development of startup meetings, workshop visits for the designers, translation of materials from Finnish to English and giving more feedback to the designers.

### KEYWORDS:

Detail design, cruise ship, HVAC, shipbuilding

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Työn tavoitteet ja rajaus	7
1.2 Yritys	7
1.3 Lähtökohdat	8
<b>2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS</b>	<b>9</b>
2.1 Prosessikuvaus	9
2.2 Prosessien kuvaustasot	9
2.3 Prosessin kuvaamisen vaiheet	13
2.4 Prosessin kehittäminen	15
2.5 Laatu ja laatujärjestelmä	17
2.6 Haastattelu	18
2.7 Tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmä	19
2.8 Haastateltavien valinta	19
2.9 Suunnitteluprosessin rajapinnat muihin prosesseihin	20
<b>3 LVI-VALMISTUSSUUNNITTELUPROSESSI</b>	<b>23</b>
3.1 Aloituspalaveriin osallistuminen	23
3.2 Lähtöaineistoon tutustuminen	23
3.3 Mallintaminen / reititys	24
3.4 Asiakkaalle toimitettava materiaali	26
<b>4 LVI-VALMISTUSSUUNNITTELUPROSESSIN ONGELMAT</b>	<b>28</b>
4.1 Suunnitteluprosessin ongelmat	28
4.2 Kehitysehdotukset	36
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>39</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Haastattelurunko
- Liite 2. Myyntiprosessikaavio
- Liite 3. Suunnitteluprojektin prosessikaavio
- Liite 4. LVI-suunnitteluprosessikaavio
- Liite 5. Prosessin perustietolomake
- Liite 6. Prosessin toiminnot -taulukko
- Liite 7. LVI-tilajako

## KUVAT

Kuva 1. Prosessien kuvaustasot (JHS, 2012)	10
Kuva 2. Esimerkki prosessikaaviosta (JHS, 2012)	12
Kuva 3. Prosessin kuvaamisen vaiheet (JHS-suositukset 2012)	13
Kuva 4. Prosessien kehittämisen vaiheet (Martinsuo & Blomqvist 2011)	16
Kuva 5. Perussuunnitteluvaiheessa reititettyjä putkia	30
Kuva 6. Palokaavio, revisio A	31
Kuva 7. Uudelleenreititetty palolinja	32
Kuva 8. Palokaavio, revisio B	33

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
Attribuutti	Reitietyille putkille ja kanaville annettavia tietoja, esim. jakso- tus, osanumero, käsittely
Cadmatic	3D-suunnitteluohjelma, jota käytetään laivasuunnittelussa mm. putkien ja kanavien reititykseen ja piirustusten tekoon
LVI	lämpö, vesi, ilmanvaihto
Revisio	Luovutetun aineiston versio

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kuvata risteilylaivan yleisten alueiden LVI-valmistussuunnitteluprosessi ja kartoittaa sen ongelmia. Suunnitteluprosessista muodostetaan prosessikartta, jolloin prosessin kokonaisuuden hahmottamisesta ja prosessin kehittämisestä tulee helpompaa. Prosessikuvaus tehdään suunnittelijoiden haastattelujen avulla käyttäen apuna yrityksestä löytyvää 3D-suunnitteluohjetta. Tehdyn prosessikuvausten ja erityisesti haastattelujen perusteella pystytään muodostamaan todellinen kuva prosessin nykytilasta ja samalla löytämään LVI-valmistussuunnitteluprosessin haasteet ja ongelmakohdat sekä löytämään niihin kehitysehdotuksia. Tämän työn aikana tehty LVI-valmistussuunnitteluprosessin kuvaus liitetään osaksi yrityksen prosessirakennetta ja sitä voidaan käyttää apuna perehdyttäessä uusia työntekijöitä LVI-suunnitteluosastolle.

Työ rajataan koskemaan vain risteilylaivojen yleisiä alueita ja LVI-valmistussuunnittelua. Kuvattava prosessi on rajattu alkamaan suunnittelijan saatua suunnittelutehtävän tietyllä alueella. Prosessi päättyy tilaajan hyväksytyä toimitetun aineiston.

## 1.2 Yritys

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Allstars Engineering Oy. Allstars Engineering Oy on meri-, prosessi- ja koneteknologiatoiminnan keskittynyt projektinhallintayritys, joka on perustettu 1983. Yrityksellä on Suomessa kaksi konttoria, Raumalla ja Turussa. Yrityksen henkilöstö koostuu pitkän työhistorian ja vahvan osaamisen omaavista projektipäälliköistä, pääsuunnittelijoista ja suunnittelijoista. Tämän lisäksi yritys rekrytoi jatkuvasti uusia motivoituneita henkilöitä, jotka sisäistävät nopeasti meri- ja maapuolen työtehtävät tehokkaan sisäisen koulutusprosessin ansiosta. Allstars Engineering Oy on myös mukana yhdessä suomalaisen meriklusterin kanssa toteutettavassa laivasuunnittelun rekrytointikoulutuksessa. (Allstars Engineering 2016.)

Yritys on erikoistunut vaativien suunnittelutoimeksiantojen kokonaisvaltaiseen toteutukseen työllistäen Suomessa noin 50 suunnittelijaa eri suunnittelualoilta. Turun ja Rauman

toimipisteiden lisäksi Allstars Engineering Groupilla on toimipisteet Puolassa, Romaniassa, Bulgariassa ja Kroatiassa. Kansainvälisten yhteistyökumppanien ja verkostossa olevien, noin 200 osaavan henkilön, voimin yritys pystyy vastaamaan markkinoiden haasteisiin joustavasti ja kustannustehokkaasti. Myynnissä ja markkinoinnissa yrityksen erityishuomio kohdistuu kansainvälistymiseen. (Allstars Engineering 2016.)

Allstars Engineering on joustava ja kustannustehokas yritys, mikä takaa asiakkailleen virheettömän ja aikatauluun sidotun ammattimaisesti tuotetun toteutuksen. Kokonaisvaltaiset suunnitteluprojektihallinnan palvelut antavat asiakkaille mahdollisuuden keskittyä omaan ydinliiketoimintaansa. (Allstars Engineering 2016.)

### 1.3 Lähtökohdat

Yrityksellä ei ole tehtynä LVI-valmistussuunnittelun prosessikuvausta, mutta tarve sen tekemiseen tunnistettiin. Allstars Engineering pyrkii toimintansa jatkuvaan parantamiseen. Toiminnan kehittäminen perustuu sertifioituun ISO 9001 -laatustandardiin. Yritys pitää päämääränään tuottaa virheettömiä palveluita sovitussa aikataulussa. LVI-valmistussuunnitteluprosessi onkin nykyisellään pääpiirteissään toimiva mutta sen ongelmia haluttiin kartoittaa, jotta pystytään tuottamaan yrityksen tavoitteen mukaisia virheettömiä palveluita.



## 2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

### 2.1 Prosessikuvaus

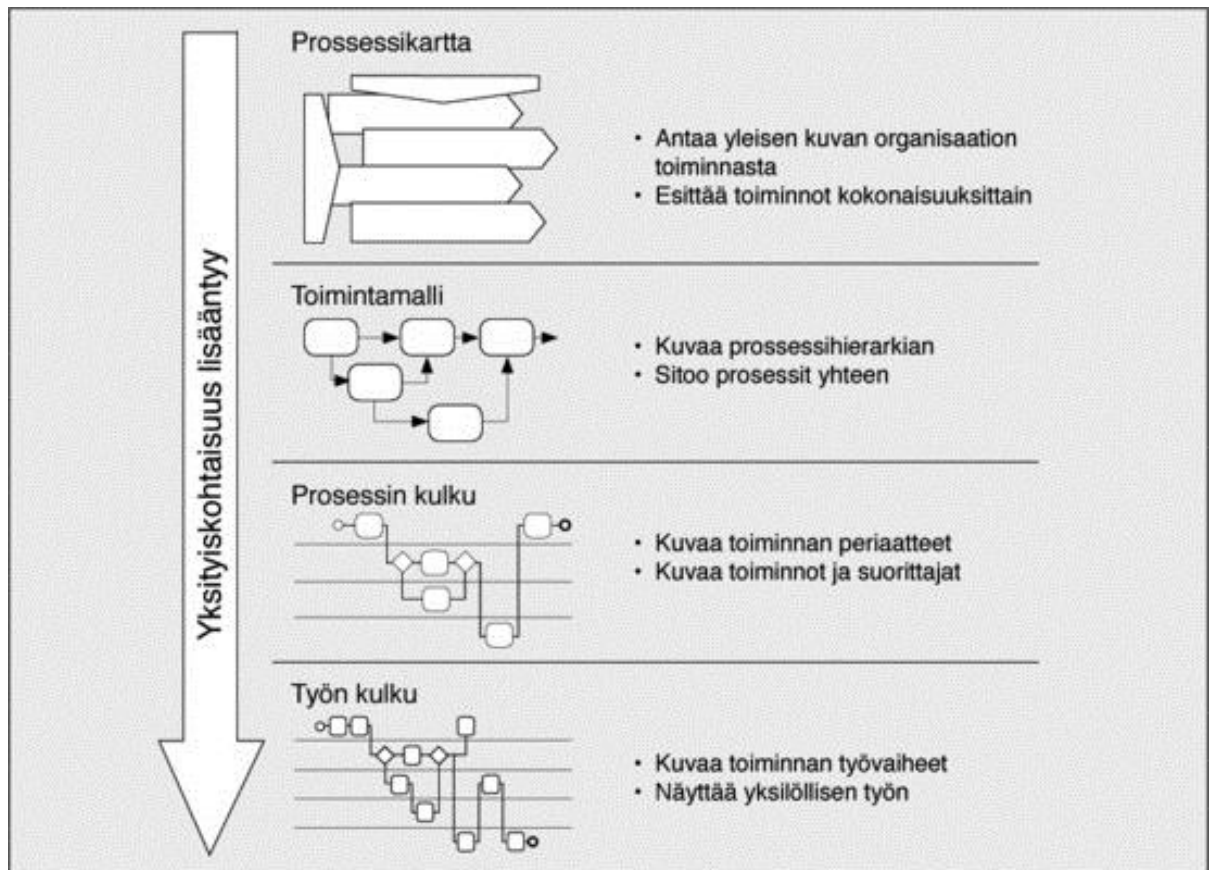
Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta määrittelee, että ”Prosessi on joukko toisiinsa liittyviä toistuvia toimintoja, joiden avulla syötteen muutetaan tuotoksiksi.”

Prosessikuvaus on tehokas keino havainnollistaa prosessin eri vaiheet ja tuoda esiin asioiden välisiä riippuvuuksia. Hyvän prosessikuvauksen avulla voidaan helpottaa ja nopeuttaa laajojen tai monimutkaisten kokonaisuuksia sisäistämistä. Prosessikuvaus on myös prosessin johtamisen, hallinnan ja parantamisen väline. Prosessikuvausta voidaan käyttää apuna jäsentämään prosesseja ja toimijoiden vastuita ja työnjakoja, löytämään prosessissa olevia päällekkäisyyksiä, hallitsemaan kokonaisuuksia ja paikallistamaan prosessien ongelmia ja tehostamistarpeita. Prosessikuvausta voidaan käyttää myös uusien työntekijöiden perehdytyksessä. (JHS 2012.)

Tarve prosessin kuvaamiseen lähtee usein havaitusta kehityskohteesta. Prosessin kehittämisen kannalta on oleellista prosessin selkeä kuvaus ja kehittämisen keskeisenä tavoitteena on prosessin jatkuva parantaminen. (Hirvonen 2015.)

### 2.2 Prosessien kuvaustasot

Prosessit jaetaan eri kuvaustasoihin riippuen siitä, miten tarkka kuvaus prosessista on tarpeen esittää. Kuvassa 1 kuvataan erot eri kuvaustasojen välillä.



Kuva 1. Prosessien kuvaustasot (JHS, 2012)

## Prosessikartta

Prosessikartta on prosessikuvausten ylin taso, jossa kuvataan organisaation toiminnot pelkistetyksi kokonaisuuksittain. Yleisesti siinä esitetään

- tärkeimmät prosessit (ydin- ja tukiprosessit)
- pelkistetty organisaatio
- toimintaympäristö.

Prosessikartan avulla pystytään hahmottamaan prosessin kokonaiskuva, mutta esimerkiksi prosessien välisiä riippuvuuksia ja liittymiä ei kuvata. (JHS 2012.)

## Toimintamalli

Toimintamallitasolla toiminta kuvataan yksityiskohtaisemmin kuin prosessikarttatasolla. Prosessikarttatasolla kuvataan ydin ja tukiprosessit, kun taas toimintamallitasolla yksityiskohtaisuus lisääntyy ja kuvataan prosessihierarkia eli miten eri ydinprosessit jakautuvat osaprosesseiksi. Toimintamallitaso määrittelee käyttökohteen, keskeisen idean ja osatekijät. Toimintamallikuvaus antaa kokonaiskuvan toiminnasta sitoen prosesseja yhteen. Toimintamallitasolla kuvataan muun muassa (Innokylä 2015.)

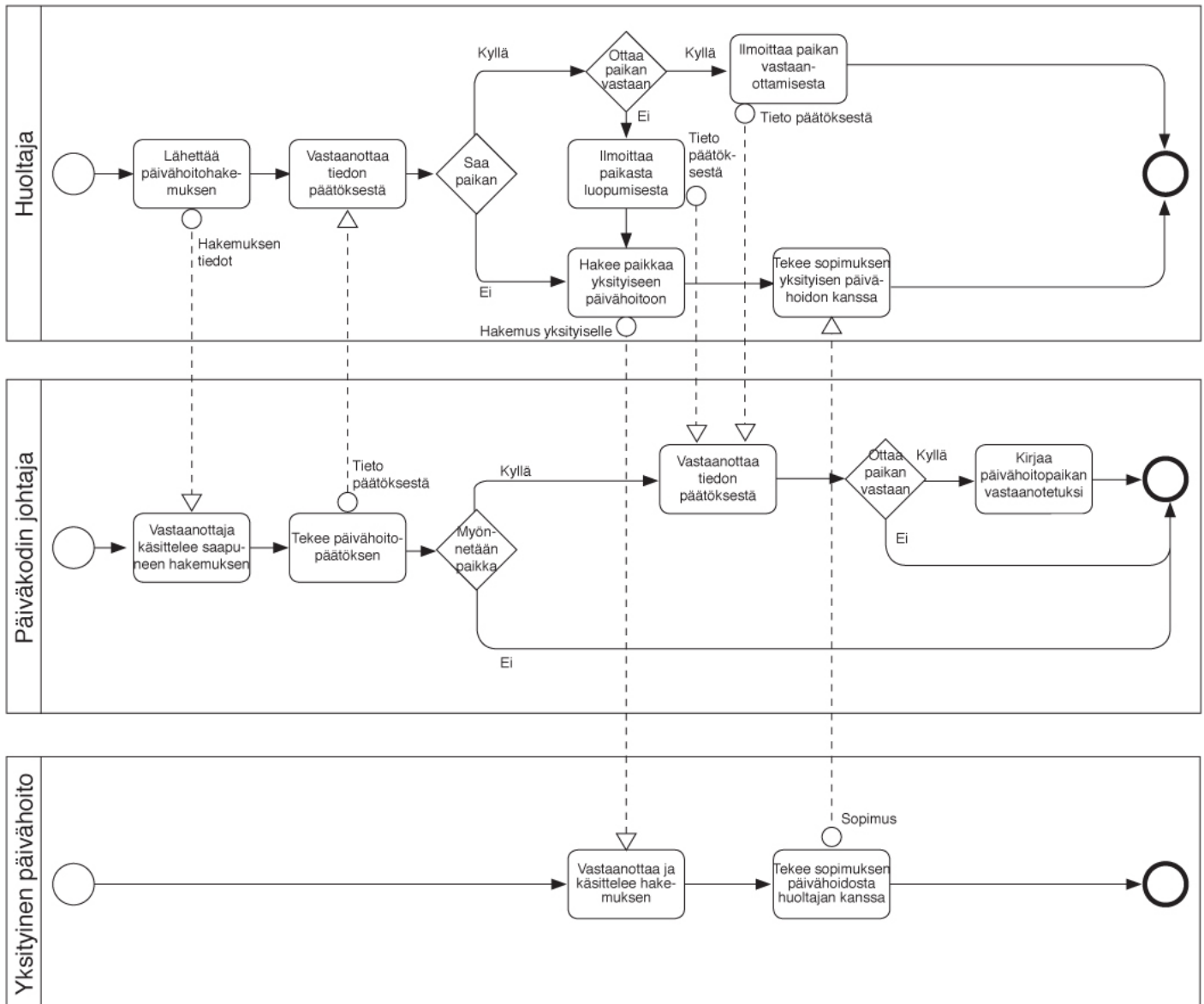
- prosessien omistajat
- prosessien vastuut
- osaprosessien tavoitearvot, menestystekijät ja mittarit
- osaprosessien väliset riippuvuudet ja vuorovaikutukset
- rajapinnat muuhun ympäristöön

## Prosessin kulku –taso

Prosessin kulku-tasolla kuvataan samat asiat kuin toimintamallikuvauksessa, mutta astetta yksityiskohtaisemmin. Kuvaukseen sisällytetään toiminnan työvaiheet ja toiminnot. Tällä tasolla saadaan esiin toiminnassa esiintyvät ongelmat. Prosessin kulku-tasolla prosessit ja osaprosessit jaetaan toiminnoiksi, tehtäviksi, osatehtäviksi ja toimenpiteiksi. Tämän lisäksi kuvaukseen voidaan liittää resurssit. (JHS 2012.)

Kuvassa 2 nähdään esimerkki uimaratakaaviosta, jossa jokainen toimija kuvataan omalla uimaradallaan. Kaavion avulla voidaan helposti hahmottaa eri toimijoiden roolit ja asioiden väliset riippuvuudet.

## Prosessikaavio: A1.1 Päivähoidon hakeminen



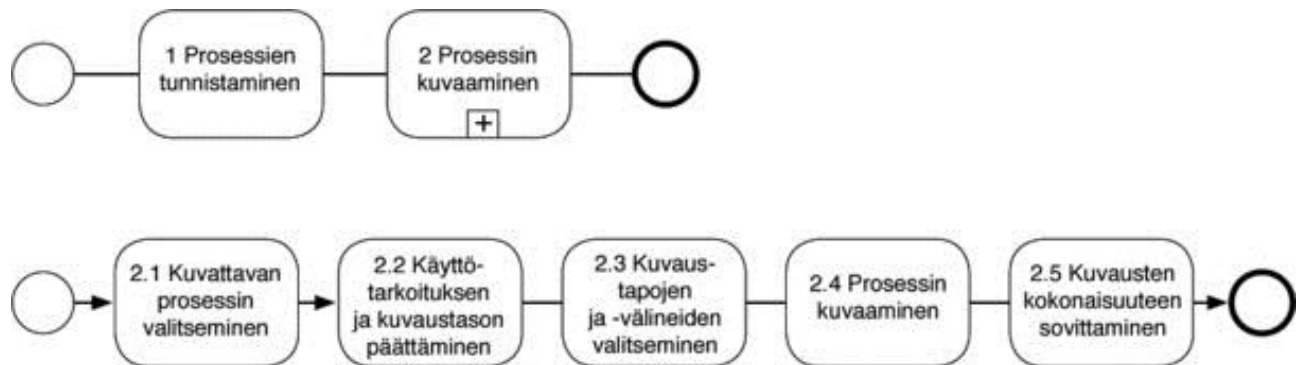
Kuva 2. Esimerkki prosessikaaviosta (JHS 2012.)

### Työn kulku-taso

Työn kulku-taso on kuvaustasoista tarkin. Tällä tasolla kuvataan prosessien sisäiset ja ulkoiset riippuvuudet tietotyyppinä, toisin kuin prosessin kulku-tasolla. Tällä tasolla nähdään myös missä muodossa tieto eri toimintojen välillä liikkuu. Työnkulkukaaviota käytetään kun tavoitteena on esimerkiksi prosessin kehittäminen tai prosessin mukaisien työohjeiden luominen. (JHS 2012.)

### 2.3 Prosessin kuvaamisen vaiheet

Tarve prosessin kehittämiseen tiedostetaan usein silloin, kun prosessin toimintaa on muutettu, mutta tarve voi ilmetä myös kun prosessissa havaitaan ongelma tai huomataan prosessin toimimattomuus (JHS 2012). Kuvassa 3 on kuvattu prosessin kuvaamisen vaiheet.



Kuva 3. Prosessin kuvaamisen vaiheet (JHS 2012).

#### Prosessin tunnistaminen

Prosessin kuvaamisen ensimmäinen vaihe on prosessien tunnistaminen ja prosessien omistajien määrittäminen. Prosessin omistajan tehtävänä on määritellä prosessin syötteet ja tulokset sekä prosessin käyttötarkoitus. Prosessien tunnistamisen jälkeen ryhmitellään ja nimetään ne prosessit, jotka toteuttavat organisaation tavoitteita ja tehtäviä. Prosessin omistajan tehtävänä on kehittää prosesseja ja ohjeistaa muutostarpeet yhdessä prosessin muiden osapuolten kanssa. Omistaja on myös vastuussa prosessin kehittamisestä, ylläpidosta ja parantamisesta. (Sosiaalitalo.fi, Prosessijohtaminen.)

#### Kuvattavan prosessin valinta

Prosessien tunnistamisen jälkeen valitaan kuvattava prosessi. Prosessi on tämän jälkeen rajattava. Rajaamalla pyritään määrittämään prosessin alku- ja loppupisteet hyödyllisellä tavalla. Prosessia rajatessa on otettava huomioon myös prosessin kuvaustaso. Liian tiukka rajausta voi johtaa siihen ettei prosessikuvauksella saada esiin lainkaan uutta

tietoa. Liian väljä rajausta taas johtaa vaikeasti hahmotettavaan ja hallittavaan kokonaisuuteen. (Tuurala 2010; JHS 2012.)

### **Käyttötarkoituksen ja kuvaustason valinta**

Prosessin kuvaustason päättää prosessin omistaja. Prosessin kuvaustasoa valittaessa pidetään mielessä prosessikuvauksen käyttötarkoitus ja syy miksi prosessia kuvataan. Prosessikuvauksen käyttötarkoitus vaikuttaa merkittävästi kuvaustapaan ja -tarkkuuteen. Ennen prosessin visuaalista mallintamista tulee määrittää prosessin perustiedot. Tämä auttaa kuvaustason valintaan. Perustiedoissa määritellään prosessiin osallistuvien tehtävät ja vastuut. Prosessin perustiedot kokoaa prosessin omistaja. (IMS - Prosessien kuvaaminen; JHS 2012.)

Tässä työssä suunnitteluprosessi kuvataan prosessin kulku –tasolla ja siitä muodostetaan uimaratakaavio. Uimaratakaaviosta käytetään myös nimitystä virtauskaavio. Uimaratakaaviossa prosessiin osallistuvat toimijat esitetään omalla ”uimaradallaan”, jolloin tekijöiden väliset roolit, tehtävät ja riippuvuuden voidaan esittää selkeästi.

### **Kuvaustavan ja kuvausvälineiden valinta**

Kuvaustason määrittämisen jälkeen valitaan kuvaustavat ja -välineet. Periaatteena voidaan pitää, että kuvaus muuttuu aina muodollisemmiksi kun prosessin kuvaustaso tarkentuu. Prosessia kuvatessa tulee pitää mielessä: (Hirvonen 2015; JHS, 2012.)

- Millainen prosessikaavio tullaan laatimaan.
- Mitkä ovat prosessin vaiheistus ja työvaiheet.
- Ketkä osallistuvat prosessin eri vaiheisiin.
- Missä vaiheessa asiakas on mukana, ja mikä on asiakkaan rooli.
- Millä välineillä ja mihin prosessikuvaukset dokumentoidaan.

## Prosessin kuvaaminen

Prosessin kuvaus koostuu kolmesta toisiaan täydentävästä osiosta: prosessin perustiedoista, sanallisesta kuvauksesta ja kaaviosta. Tärkeintä kuvauksissa on se, että niistä löytyvät tarvittavat asiat johdonmukaisesti ja selkeästi. (JHS 2012.)

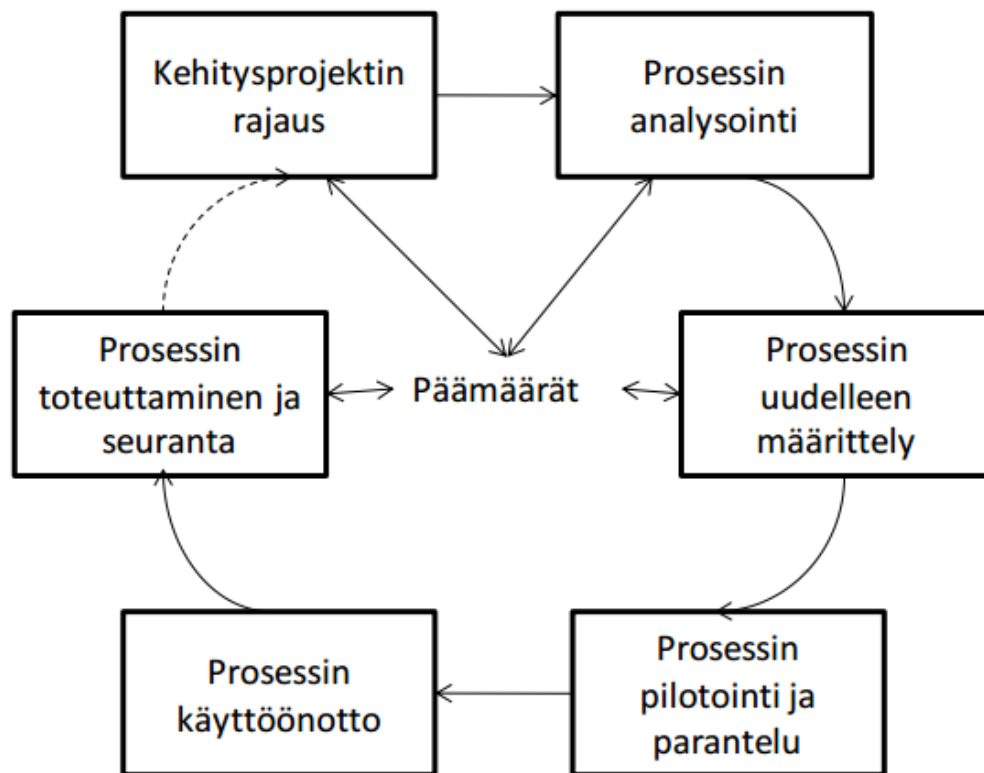
Prosessin kuvaamisen ensimmäinen vaihe on prosessin perustietojen määrittäminen. Se tapahtuu täyttämällä perustietolomake. Perustietolomakkeen täyttää prosessin omistaja ja siinä tulee esille prosessin kannalta kriittiset seikat kuten prosessin tarkoitus, lähtötilanne, lopputilanne, prosessin asiakkaat ja sidosryhmät, menestystekijät ja mittarit, ohjaus- ja kehittämismenettely sekä rajapinnat muihin prosesseihin. Prosessin kuvaamisen yksi osa on sanallinen kuvaus, toiminnot -taulukko. Taulukkoa täytetään samalla kun tehdään prosessikuvauskaaviota. Toiminnot -taulukossa kuvataan sanallisesti ja täsmällisesti prosessin toiminnot, tehtävät, vaiheet, toimijat, lähtötila ja tulostila. Perustiedot -lomakkeen ja toiminnot -taulukon on tuettava toisiaan. Perustietojen keräämisen avulla on tarkoitus helpottaa tunnistamaan prosessin lähtökohdat. Toiminnot -taulukon tehtävä on tukea ja selventää graafista kaaviota. (JHS 2012.)

## Kuvauksen sovittaminen kokonaisuuteen

Viimeinen prosessikuvauksen vaihe on tehdyn prosessikuvauksen sovittaminen kokonaisuuteen. Prosessikuvaus liitetään osaksi organisaation prosessirakennetta. Tarkoituksena on, että kaikki organisaation sisällä olevat prosessit liittyvät toisiinsa ja irrallisia prosesseja ei ole. Vaikka kuvaustasosta riippuen kuvauksissa näytetään vaihteleva määrä yksityiskohtia, eivät eri tasojen prosessikuvaukset saa olla ristiriidassa keskenään. (JHS 2012.)

## 2.4 Prosessin kehittäminen

Prosessin kehittäminen voidaan aloittaa vasta kun toimintatavat on havainnollistettu prosessikuvauksen avulla. (Koho 2010.) Kuvassa 4 on eritelty prosessin kehittämisen vaiheet.



Kuva 4. Prosessien kehittämisen vaiheet (Martinsuo & Blomqvist 2011).

Prosessikehitystä käynnistäessä määritellään ensin mitä prosesseja kehitysprojekti koskee. Kun kehityskohde on rajattu, tarvitaan luotettavaa tietoa prosessin nykytilasta. Tietoa voidaan kerätä usealla tavalla: ryhmätyöllä, tekemällä tietokantojen analyysiä aiemmista suoritustiedoista, havainnoimalla prosessia tai kuten tässä työssä: haastatteleamalla prosessin osallistuvia tekijöitä. Tämän jälkeen prosessin nykytilaa analysoidaan vertaamalla sitä prosessin päämääriin, ja tutkitaan mitä puutteita siinä havaitaan. (Martinsuo & Blomqvist 2011.)

Prosessin analyysin jälkeen pyritään tunnistamaan ne prosessin alueet, joilla prosessia tulisi uudistaa. Tämän jälkeen mallinnetaan tavoiteprosessi, ja sitä testataan eli pilotoidaan. Uudistetun prosessin pilotointi on tarpeen ennen uudistetun prosessin käyttöönottoa, sillä prosessista riippuen sillä voi olla laajamittaiset vaikutukset yrityksen toimintaan eikä virheellisiä tai puutteellisia prosesseja kannata ottaa käyttöön. (Martinsuo & Blomqvist 2011.)

Kun muutettua prosessia on testattu ja se on todettu toimivaksi, otetaan se virallisesti käyttöön. Tämä edellyttää prosessiin osallistuvien henkilöiden opastamista ja koulutusta



muuttuneeseen prosessiin. Tämän jälkeen alkaa uuden prosessin seuranta, ohjaaminen, johtaminen ja jatkuva kehitys. Jatkuvan kehityksen myötä voidaan tunnistaa edelleen kehitystarpeita prosessissa, ja tehdä pieniä parannuksia jatkuvasti. (Martinsuo & Blomqvist 2011.)

## 2.5 Laatu ja laatujärjestelmä

Laatu on hankala määritellä. Se voidaan käsittää esimerkiksi virheettömyytenä, asiakas-tyytyväisyytenä, erinomaisuutena tai lupauksen toteutumisena. Laadunhallintajärjestelmä on kokonaisuus, jonka avulla yrityksen on tarkoitus ohjata ja johtaa laatua ja siihen liittyviä asioita. Laadunhallintajärjestelmä sisältää koko yrityksen rakenteen, prosessit, resurssit ja niiden hyödyntämisen sekä dokumentaation ylläpitämisen. Dokumentaation avulla seurataan mm. laatutavoitteiden toteutumista, tuotteiden ja palveluiden parantamista tavoitteisiin nähden sekä varmistetaan asiakkaiden odotusten täyttyminen. (SFS 2016.)

ISO 9000 -standardi pitää sisällään kahdeksan laadun parantamiseen tähtäävää periaatetta, jotka luovat pohjan koko ISO 9000 -laatujärjestelmälle. Nämä ovat:

1. asiakaskeskeisyys
2. johtajuus
3. henkilöstön osallistuminen
4. prosessimainen toimintamalli
5. järjestelmällinen toimintatapa
6. jatkuva parantaminen
7. tosiasioihin perustuva päätöksenteko
8. molempia osapuolia hyödyttävät suhteet toimituksissa

Prosessimainen toimintamalli tarkoittaa yhtenäistä järjestelmää, jossa toimintoja käsitellään ja hallitaan toisiinsa liittyvinä prosesseina. (SFS 2016.) Prosessikuvaukset ovat keskeinen osa prosessimaista toimintamallia.

## 2.6 Haastattelu

Kun halutaan tietoa ihmisten asenteista, mielipiteistä, kokemuksista ja havainnoista on haastattelu tehokas tapa kerätä tietoa. Haastattelun avulla saadaan kerättyä helposti aineistoa suhteellisen helposti ja nopeasti, ja se sopii moneen tilanteeseen. (Anttila 2014; Haastattelu – Haastattelumuodot, KAMK; Virtuaaliammattikoulu 2007.)

Haastattelut voidaan jakaa strukturoituihin haastatteluihin, puolistrukturoituihin haastatteluihin, avoimiin haastatteluihin, ja teemahaastatteluihin. Strukturoitu haastattelu etenee etukäteen suunnitellulla tavalla, jossa haastattelussa esitettävät kysymykset on etukäteen tarkasti määritelty ja tiukasti sidottu tutkittavaan aiheeseen. Myös vastausvaihtoehdot on ennakoon määritelty. Strukturoidun haastattelun tarkoituksena on varmistaa, että haastattelu pitäytyy juuri siinä kontekstissa, joka on etukäteen määritelty. Strukturoitu haastattelu vastaa lomakkeen täyttöä ohjatusti. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006; Virtuaaliammattikoulu 2007.)

Puolistrukturoitu haastattelu on vapaamuotoisempi kuin täysin strukturoitu haastattelu. Puolistrukturoidussa haastattelussa haastateltaville esitetään samat tai lähes samat kysymykset ja valmiita vastausvaihtoehtoja ei ole. Puolistrukturoidulle haastattelulle on usein mietitty valmiiksi teema, minkä ympäriltä esitettävät kysymykset muodostetaan. Toisaalta osa kysymyksistä saattaa olla tarkasti ennalta määrätty. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Teemahaastattelu on strukturoidun ja puolistrukturoidun haastattelun välimuoto. Se ei etene tarkkojen ja yksityiskohtaisesti mietittyjen kysymysten avulla, vaan ennalta määrättyjä teemoja seurailleen. Aihepiirit ovat kaikille haastateltaville samat ja niiden välillä liikutaan joustavasti ilman ennalta määrättyä rakennetta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Avoin haastattelu on nimensä mukaan vapaamuotoinen. Se ei ole sidottu tiettyyn formaattiin, vaan haastattelija pyrkii luomaan haastattelutilanteesta mahdollisimman luontevan, kuitenkin ohjaten keskustelua haastattelun keskeisiin teemoihin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

## 2.7 Tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmä

Tämä opinnäytetyön tutkimusosuus tehtiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena. Tapaustutkimuksen tavoitteena on ilmiön tai kokonaisuuden kuvaaminen ja se on kuvaileva tutkimustyyppi. Ilmiötä tai kokonaisuutta, tässä tapauksessa suunnitteluprosessia, kuvataan yksityiskohtaisesti ja siitä dokumentoidaan keskeisiä ja tutkimuksen kannalta kiinnostavia piirteitä. (KAMK, Opinnäytetyöpakki.)

Tässä opinnäytetyössä käytettiin tiedonkeruumenetelmänä puolistrukturoitua haastattelua. Kysymykset olivat ennalta määriteltyjä, mutta niihin ei ollut valmiita vastausvaihtoehtoja. Strukturoiduilla haastatteluilla ja tiukasti rajatuilla vastausvaihtoehtojilla olisi saanut kerättyä helpommin ja yksinkertaisemmin analysoitavaa dataa, mutta tiukasti aiheeseen asetellut kysymykset ja vastausvaihtoehdot eivät välttämättä kannustaisi haastateltavia omaan pohdintaan ja tutkimus voisi jäädä pintapuoliseksi. Tästä syystä haastattelun kysymyksen pyrittiin pitämään avoimena.

Haastattelut nauhoitettiin, jotta haastattelutilanteessa ei ollut välttämätöntä tehdä sanatarkkoja muistiinpanoja. Äänityksen ansiosta haastattelu voitiin litteroida jälkikäteen. Haastattelujen lisäksi tietoa kerättiin kirjallisista lähteistä, kuten yrityksen verkkoasemalta löytyvästä 3D-suunnitteluohjeesta ja toimintakäsikirjasta. Varsinaisten haastattelujen lisäksi paljon tietoa kerättiin myös opinnäytetyön ohjaajilta.

## 2.8 Haastateltavien valinta

Haastatteluihin valittiin yrityksen LVI-osaston työntekijöitä. Mukana oli eri kokemustason omaavia suunnittelijoita sekä Suomesta että ulkomailta. Suunnittelijoiden lisäksi haastatteluihin osallistui LVI-suunnitteluosaston johtaja. Osa haastatteluista suoritettiin englanniksi ja osa suomeksi. Osa haastatteluihin kutsutuista eivät päässeet osallistumaan haastatteluihin johtuen korkeasta työkuormasta ja osa oli haastattelujen aikana sairauslomalla.

## 2.9 Suunnitteluprosessin rajapinnat muihin prosesseihin

### **Perussuunnittelu**

Perussuunnittelun tarkoituksena on tuottaa laivasta karkea kuvaus lähinnä kaavioiden, järjestelyiden ja laskelmien muodossa luokituslaitoksen, tilaajan, telakan hyväksymistä varten.

Valmistussuunnittelu perustuu hyvin pitkälti perussuunnitteluvaiheessa tuotettuun aineistoon. Perussuunnittelua edeltää konseptisuunnittelu ja lähtöaineistona perussuunnittelussa onkin konseptisuunnittelussa tuotettu aineisto ja sopimusaineisto liitteineen. Perussuunnitteluaineisto on perustana rungon ja varustelun valmistussuunnittelulle.

LVI- perussuunnitteluvaiheessa tehdään alustavat laskelmat, mitoitus ja kuluttajatiedot, tilavaraukset ja reitityskaavio, tehdaskoesuunnitelmat, järjestelmien periaatekaaviota ja alustavat kuvaukset sekä suunnittelu- ja hankintaohjeet. Näiden lisäksi tehdään lopulliset systeemikaaviot, systeemikuvaukset, tila- ja aluejärjestelyt, lopulliset laskelmat, painolaskut kaavioiden pohjalta. Tavoitteena on valmistussuunnittelun aloitus vasta perussuunnitteluvaiheen päätyttyä, mutta käytännössä näitä vaiheita tehdään osin samanaikaisesti.

### **Myynti- ja markkinointiprosessi**

Suunnitteluprosessia edeltää myynti- ja markkinointiprosessit. Näiden prosessien tarkoitus on hankkia ja ylläpitää asiakassuhteita ja saada yritykselle kannattavia tilaussopimuksia. Markkinointiprosessit koostuvat markkinointiaineiston, asiakassuhteiden ja asiakasrekisterin ylläpidosta sekä uusasiakashankinnasta.

Myyntiprosessi alkaa, kun potentiaaliselta asiakkaalta saadaan tarjouskysely. Myyntiprosessikaavio on liitteenä 2.

Tarjouskyselyn saatuaan toimitusjohtaja tekee päätöksen tarjouksen jättämisestä keskusteltuaan suunnittelupäällikön ja myyntijohtajan kanssa. Kun päätös tarjouksen jättämisestä on tehty alkaa tarjouslaskenta.

Tarjouslaskentaa käynnistettäessä nimetään tarjouslaskennalle vastuuhenkilö sekä laaditaan aikataulu tarjouksen teolle. Vastuuhenkilö arvioi työmäärän käyttäen apunaan

henkilöitä eri toimialueilta. Laskenta toteutetaan erilaisia laskentataulukoita apuna käyttäen perustuen toteutuneisiin työmääräarvioihin ja kustannuksiin.

Tarjouslaskennan jälkeen valmis tarjous toimitetaan asiakkaalle. Asiakas joko hylkää tai hyväksyy tarjouksen tietyin poikkeuksin tai hyväksyy tarjouksen sellaisenaan. Jos tarjous on hyväksytty, tehdään asiakkaan kanssa tilaussopimus.

### **Suunnitteluprojekti**

Tilaukseen johtaneen myyntiprosessin jälkeen alkaa suunnitteluprojekti. Suunnitteluprojektin prosessikaavio on liitteenä 3.

Uuden tilauksen saatuaan yritysjohto nimeää projektille vastuuhenkilön. Projektin vastuuhenkilöä kutsutaan useimmiten projektipäälliköksi. Valittu vastuuhenkilö tekee projektisuunnitelman ja hyväksyttää sen esimiehellään. Suunnittelupäällikkö tekee projektin vastuuhenkilölle budjetin ja hyväksyttää sen toimitusjohtajalla. Projektin vastuuhenkilö tekee projektisuunnitelmassa mainitut valmistelevat työt, täydentää tarvittaessa projektisuunnitelmaa ja tekee projektille seurantataulukon.

Koko projekti perustuu projektisuunnitelmaan ja projektin vastuuhenkilö toimii yhteyshenkilönä tilaajaan päin. Hän raportoi asiakkaalle valmiusastetta ja edistymää sopimuksen mukaisesti sekä sisäisesti suunnittelupäällikölle.

Projektin alkaessa projektin vastuuhenkilö pitää tilaajan yhteyshenkilön kanssa aloituspalaverin. Tarvittaessa myös suunnittelupäällikkö osallistuu palaveriin. Palaverissa läpikäytäviä pääasioita ovat suunniteltavan työn sisältö ja kokonaisuus sekä käytännön toimintatavat. Lisäksi läpikäydään lähtöaineiston tilanne ja alustava aikataulu. On tärkeää, että aloituspalaverissa todetaan edellytykset aloittaa suunnittelutyö.

Tilaajan kanssa pidettävissä palavereissa on huomio kiinnitettävä lähtöaineiston laatuun ja muutoksiin. Projektin vastuuhenkilön on tarkistettava lähtöaineiston asianmukaisuus ja selvítettävä puutteelliset ja ristiriitaiset lähtötiedot asiakkaan kanssa. Projektin vastuuhenkilö tunnistaa, katselee ja hyväksyy kaikki muutokset ennen niiden toteuttamista. Projekti vastuuhenkilön on tunnistettava lisä- ja muutostöiden osuuden merkitys resursseihin ja aikatauluihin sekä toimittava sen mukaisesti. Koko projektin ajan suunnittelijoilla on oltava edellytykset suunnittelutyön järkevälle ja virheettömälle suorittamiselle.

Ennen suunnittelutyön aloitusta projektin vastuhenkilö pitää suunnitteluryhmän kanssa sisäisen aloituspalaverin, missä käydään läpi projektisuunnitelman pääasiat.

Projektin vastuhenkilö tiedottaa suunnittelijoita kaikissa projektiin liittyvissä asioissa. Tarvittaessa hän pitää sisäisiä projektipalavereja. Projektin vastuhenkilö huolehtii, että suunnittelijat ovat tietoisia projektin aikataulusta ja tavoitteista. Projektin vastuhenkilö vastaa suunnittelijoiden ohjauksesta, valvonnasta ja suunnittelun edistymisestä sekä tunnistaa mahdolliset ongelmat ja varmistaa korjaavat toimenpiteet.

Projektin vastuhenkilö vastaa tilaussopimuksen mukaisten dokumenttien hyväksyttämisestä ja toimittamisesta asiakkaalle sopimuksen mukaisesti, laatii projektin loppuraportin ja pitää suunnitteluryhmälle loppupalaverin. Projektin päättyessä molempien osapuolien yhteyshenkilöt päättävät mahdollisen päätöspalaverin tarpeen.

### 3 LVI-VALMISTUSSUUNNITTELUPROSESSI

Tässä luvussa kuvataan koko LVI-suunnitteluprosessi projektin aloituksesta kuvien luovutukseen. Tämä suunnittelun kuvaus on tehty LVI-suunnittelijoiden haastattelujen perusteella käyttäen apuna yrityksestä löytyviä suunnitteluohjeita. Prosessikuvauksen perustietolomake on liitteenä 5, toiminnot -taulukko liitteenä 6 ja prosessikuvaus uimarata-kaaviona liitteenä 4.

#### 3.1 Aloituspalaveriin osallistuminen

Virallisen ohjeistuksen mukaan suunnitteluprosessi alkaa suunnittelijan osalta aina projektin sisäisellä aloituspalaverilla. Näin ei kuitenkaan aina toimita pienemmissä vain muutaman suunnittelijan projekteissa, vaan ohjaus tapahtuu työn ohessa.

#### 3.2 Lähtöaineistoon tutustuminen

Aloituspalaveriin osallistuttuaan suunnittelija jatkaa projektin lähtötietoihin tutustumisella. Lähtötiedot ovat saatavilla tiedonhallintajärjestelmän perussuunnittelukansiossa. Tässä vaiheessa suunnittelija tutustuu muun muassa seuraaviin dokumentteihin ja tietoihin:

- yleinen tilojen järjestely, koneikkokartta, yleisjärjestely, haalausjärjestely
- kulkutiet ja hätäpoistumistiet
- kaikki alueen systeemikaaviot
- piirustusaikataulu
- laivakohtaiset erittelyt (mm. koepainetaulukko, liitostapataulukko, läpivientitaulukko, eristystaulukko, käsittelytaulukko)
- mahdolliset systeemikohtaiset erityishuomiot kuten ilmastoinnin tulo- ja poisto-alueet
- laipioluokitukset
- seinä- ja kattokuvat
- yleiset alueet ja niiden arkkitehtiaineisto
- eristyskaavio ja eristysten paksuus eri alueilla
- paloluokitus

- USPH -säädökset
- mallikuvat
- laitetiedot

Suunnittelijan käy läpi myös perussuunnitteluvaiheessa reititetyt linjat ja systeemit mahdollisten virheiden ja epäkohtien varalta.

Perussuunnitteluaineiston lisäksi suunnittelijan on tutustuttava laivan rakennustapaan. Tiedot poimitaan rungon ja varustelun rakennustavasta lohko kohtaisesti ja niistä löytyy mm. laipion asento asennusvaiheessa, laipiovastuut ja lohkorajat sekä rakennustapaselostus. Myös tilaajalla voi olla omat säännöt, määräykset tai ohjeistukset joiden mukaan suunnittelua tulee tehdä. Esimerkkinä liitteessä 7 nähdään asiakkaan toiveesta LVI-tilajako. Tässä tapauksessa suurempi alue on jaettu asiakkaan toimesta kuuteen pienempään alueeseen.

### 3.3 Mallintaminen / reititys

#### **Putkien reititys**

Lähtöaineistoon tutustuttuaan suunnittelija aloittaa putkien reitityksen malliin. Reititykseen käytetään Cadmatic-ohjelmaa. Putkien ja kanavien materiaalit ovat määriteltä ennakkoon perussuunnitteluvaiheessa. Putkia ja kanavia reitittäessä suunnittelija ottaa huomioon

- laivan rakennustavan
- asennettavuuden ja hitsattavuuden
- putken tuennan ja kannakoinnin
- putkien valmistustavan
- yhden esivalmisteputken taivutusten maksimimäärän (3kpl)
- putkien pituudet, liitoskohdat ja -tavat
- viemäriputkien kaadot sekä haarojen kulmat
- putkipakettien tekemisen mahdollisuuden.

Kun putket on reititetty, lisätään niihin tarvittavat venttiilit ja muut komponentit. Venttiileitä sijoittaessa otetaan huomioon venttiilin käytettävyyden, asento, huollettavuus ja vaihdon



mahdollisuus, venttiilin suunta (esimerkiksi takaiskuventtiilit) sekä mahdollisesti kattoon tai seinään venttiileitä varten tarvittavat luukut.

### **Ilmanvaihtokanavan reititys**

Ilmanvaihdon reitityksessä huolehditaan siitä, että kanavat ovat kaavioiden mukaiset. Tiedonhallintajärjestelmästä on syytä tarkistaa, että kaavio ei ole "IN WORK" -tilassa, jolloin muutokset kaavioon ovat yhä mahdollisia. Muita huomioon otettavia seikkoja kanavien reitityksessä ovat:

- Kanaviin pyritään tekemään mahdollisimman loivia kulmia.
- Riittävä huoltoluukkujen lukumäärä ja niiden sijoittelu sopiviin paikkoihin.
- Kanavan muodonmuutoksessa varmistuttava ettei poikkipinta-ala muutu.
- Lohkorajoilla vaadittu noin 500 mm tila.
- Eristeen vaatima tila.

### **Mallin tarkastaminen, jaksotus, attribuutit ja ryhmät**

Ennen piirustuksen tekoa tehdään törmäystarkastelu. Mallin tarkastukseen käytetään Cadmatic-ohjelmaa. Törmäystarkastelutyökalulla tarkastetaan törmääkö reititetty putki esimerkiksi toiseen putkeen tai laivan runkoon. Ohjelmassa on myös "compare with diagram" -työkalu, jonka avulla tarkastetaan eroavuudet kaavion ja mallin välillä.

Kaikki putket, laitteet, kanavat ja venttiilit jaksotetaan. Jaksotukseen määräävät rakennustapa ja aikataulu sekä työnjohdolliset toiveet. Venttiilien ja laitteiden jaksotus tulee suoraan kaavio-ohjelman kautta, ja ne voivat olla poikkeavia siitä mihin suunnittelija ne itse sijoittaisi.

Attribuutit antavat tärkeää tietoa objektista. Osa tiedoista tulee automaattisesti kaavion kautta, mutta ne täytyy antaa uudelleen attribuutteina, jotta ne tulevat tarkastettua ja ovat varmasti oikein. Putkelle annettavia attribuutteja ovat esimerkiksi putkiluokka, käsittely, koepaine, pajatieto ja jaksotus. Kanaville annettavia attribuutteja ovat mm. käsittely, osanumero ja jaksotus. Venttiilien ja laitteiden attribuutit tulevat automaattisesti oikein kun ne laitetaan malliin oikealla tavalla.

Ryhmätiedot määritellään, jotta putkesta tai osasta voidaan nähdä, minkä kuvan mukaan se valmistetaan, missä kuvassa se asennetaan laivaan ja tieto asennusajankohdasta sekä asennusjärjestyksestä.

### 3.4 Asiakkaalle toimitettava materiaali

Asiakkaalle toimitettavaa materiaalia ovat piirustukset, PCF-data eli putkien toivutusinfot, Spooldata eli tiedot putkiesivalmisteiden massasta sekä MARS-data.

Piirustukset tehdään aina huolella ja suunnittelija tarkastaa piirustuksen itse jo ennen virallista tarkastamista. Yrityksen 3D-suunnitteluohjeessa on maininta: ”Piirustuksia tehdessä kannattaa miettiä, että kuvasta tulee sellainen, että pystyisit itse sen avulla valmistamaan esivalmisteen tai asentamaan tarvittavat osat.” Piirustukseen ei saa myöskään jäädä tulkinnanvaraa, ja siitä pitää löytyä kaikki tarpeellinen tieto.

3D-suunnitteluohjeessa ohjeistetaan suunnittelijaa vaihtamaan tiedonhallintajärjestelmästä piirustuksen statukseksi ”IN WORK” -tila, kun aloitetaan tekemään piirustuksia. Kuitenkaan näin ei käytännössä ole tarpeen toimia.

Erilaisia piirustuksia ovat isometripiirustukset, esivalmistepiirustukset sekä asennus- ja kokoonpanopiirustukset. Jokaisen piirustustyyppin tekemiseen liittyy omat erityspiirteensä, jotka on eritelty paremmin yrityksen 3D-suunnitteluohjeessa.

### Tarkastaminen

Piirustuksen tarkastaa toinen suunnittelija, erikseen nimetty tarkastaja tai pääsuunnittelija. Tarkastusmerkinnät tehdään tarkastuskopioon, erilliseen piirustuksen tarkastuslistaan tai projektiokohtaisesti sovitulla tavalla. Virheet ryhmitellään kahdeksaan eri luokkaan (otsikkotaulu, ohjeistukset ja symboliikka, ulkoasu, mitoitus, leikkaukset ja detaljit, osaluettelo, esivalmisteen, muu) ja tilastoidaan analysointia varten. Johtoryhmä analysoi poikkeamatilastot ja tekee päätökset tarvittavista jatkotoimenpiteistä. Tarkastustoiminnassa havaittuja poikkeamia seuraa ja ylläpitää suunnittelupäällikkö.

## Hyväksytys tilaajalla

Suunnitteluprosessin viimeinen vaihe on hyväksytys tilaajalla. Tapa piirustusten hyväksytykseen vaihtelee riippuen tilaajasta. Osa asiakkaista haluaa tarkastaa piirustuksen ennen sen siirtämistä tiedonhallintajärjestelmään, kun taas osa haluaa tarkastaa piirustuksen tiedonhallintajärjestelmän kautta.

## 4 LVI-VALMISTUSSUUNNITTELUPROSESSIN ONGELMAT

Suunnitteluprosessiin liittyviä ongelmia kartoitettiin yrityksen henkilöstöä haastattele-  
malla. Haastattelijoiden taustat erosivat toisistaan huomattavasti. Osalla haastateltavista  
oli suunnittelukokemusta lähes 20 vuotta, osalla 1-2 vuotta. Osa haastateltavista oli työs-  
kennellyt tuotantopuolella, kun taas osa oli päässyt tutustumaan tuotantoon vain muuta-  
mia satunnaisia kertoja suunnittelutyön ohessa. Haastattelurunko on liitteenä 1.

### 4.1 Suunnitteluprosessin ongelmat

#### **Tuotantoon tutustuminen**

Vaikka suunnittelijoiden kokemus laivarakennuksen tuotannollisesta puolesta vaihteli  
suuresti, kaikki haastatteluun osallistuneet suunnittelijat kokivat yksimielisesti tuotantoon  
tutustumisen tarpeellisenä. Erityisesti paljon kokemusta omaavat suunnittelijat pitivät tär-  
keänä tuotantoläheisen ajattelutavan omaksumista suunnittelutyössä.

Kaikki haastateltavat toivoivat mahdollisuutta nähdä omaa suunnittelutyötä käytännössä  
telakalla tai työpajoilla joko itse käymällä paikalla tai vastaanottamalla valokuvia tuotan-  
nosta. Osa haastateltavista kertoi käyttävänsä apuna internetin kuvahakupalveluita et-  
siessään tietoa esimerkiksi venttiilien ulkonäöstä ja rakenteesta.

Yrityksessä on suunnitteilla säännöllisten telakkavierailujen aloittaminen, mutta aikatau-  
lusta ei toistaiseksi ole varmuutta. Haastatteluista kävi ilmi että telakkavierailujen lisäksi  
myös tutustuminen työpajoilla tapahtuvaan tuotantoon olisi toivottua.

#### **Perussuunnitteluaineisto**

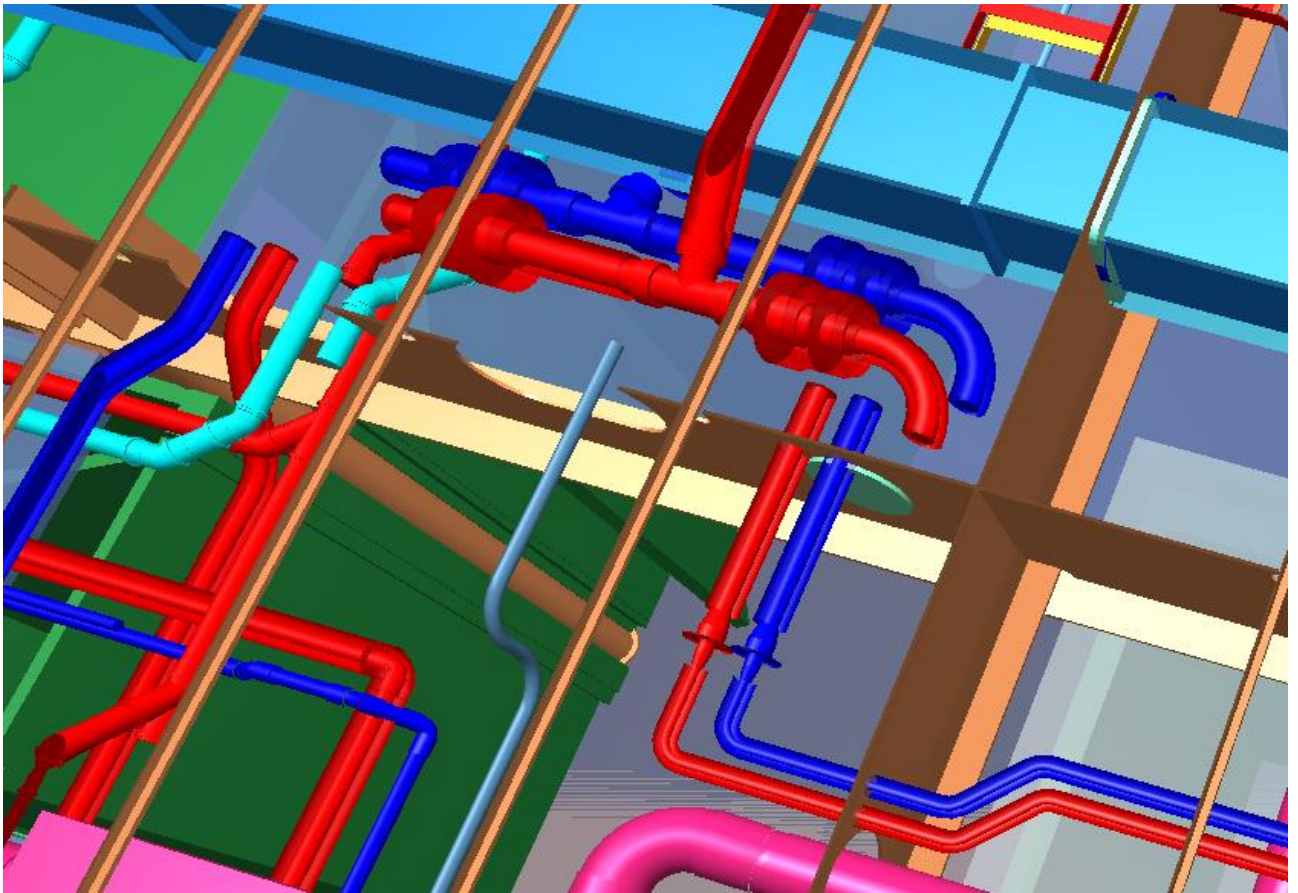
Suurimpana yksittäisenä epäkohtana oli havaittavissa perussuunnitteluaineistoon liitty-  
vät ongelmat.

LVI-valmistussuunnittelu perustuu paljon perussuunnitteluaineistoon. Perussuunnitteluaineiston ollessa myöhässä on valmistussuunnittelun mahdotonta pysyä suunnitellussa aikataulussa.

Muutokset perussuunnitteluaineistoon aiheuttavat myös ylimääräistä työtä valmistussuunnittelussa. Muutokset aineistossa voivat esimerkiksi aiheuttaa jo reititettyjen putkien törmäämistä laipioihin tai jälkikäteen reititettyihin putkiin, ja täten aiheuttaa lisätyötä valmistussuunnitteluun uudelleenreitityksen myötä.

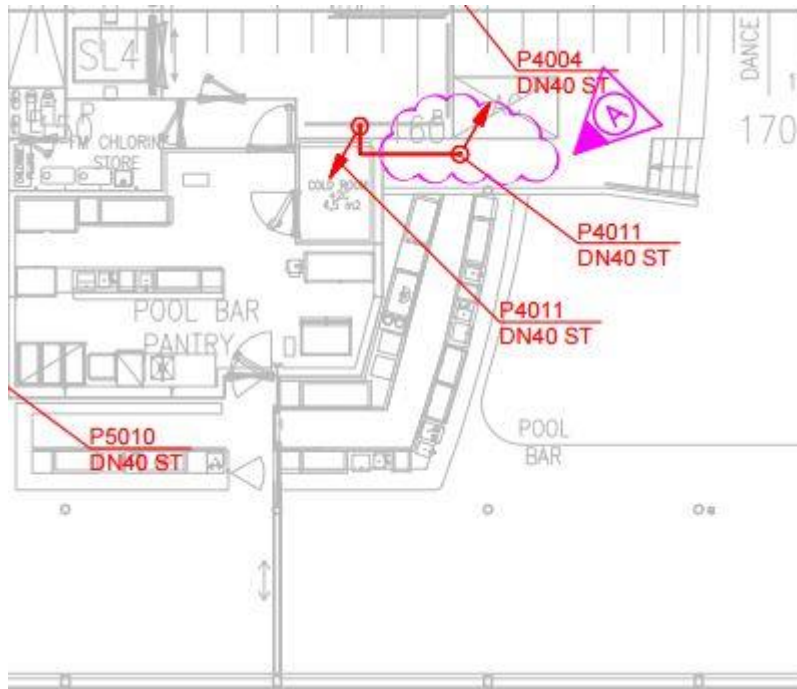
Pelkästään perussuunnitteluaineiston muutoksista aiheutuvan lisätyön lisäksi myöskin muutoksista tiedottaminen koettiin puutteelliseksi. Nykytilanteessa suunnittelijan on itse käytävä tarkastamassa tiedonhallintajärjestelmästä onko malliin tullut muutoksia, koska niistä ei automaattisesti tule suunnittelijalle ilmoitusta. Tämä aiheuttaa lisää työkuormaa suunnittelijalle. Virallisen ohjeen mukaan kaikki muutokset tulisi tehdä muutoksenhallintaohjelman kautta, mutta aina näin ei kuitenkaan toimita.

Perussuunnittelussa on myös saatettu reitittää väärin. Tästä aiheutuu lisätöitä valmistussuunnittelussa, kun ei voida luottaa aineiston oikeellisuuteen vaan joudutaan käymään läpi perussuunnitteluvaiheessa reititetyt putket ja kanavat ja korjaamaan siellä tehtyjä virheitä. Kuvassa 5. mallista otetussa kuvakaappauksessa nähdään perussuunnitteluvaiheessa reititettyjä putkia jotka menevät laipioiden läpi ja joiden päät eivät kohtaa.



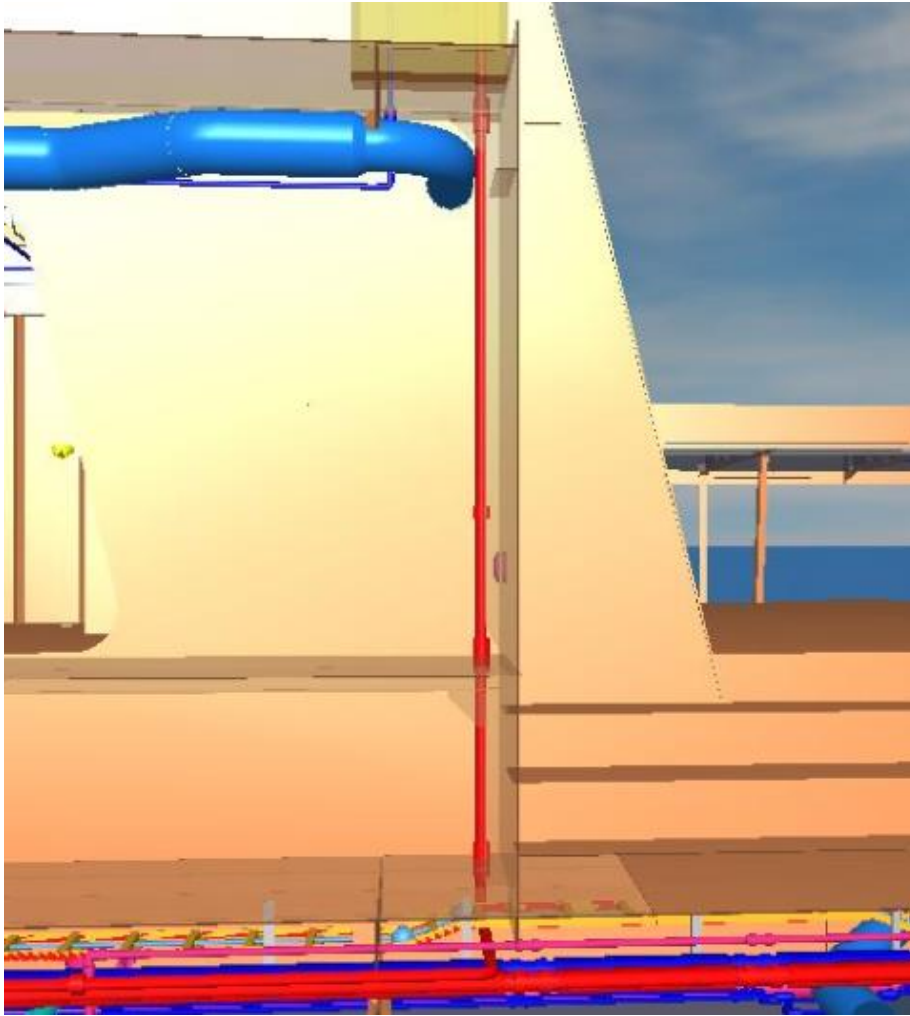
Kuva 5. Perussuunnitteluvaiheessa reititettyjä putkia

Perussuunnitteluvaiheessa saattaa myös jäädä asioita huomaamatta. Seuraavalla sivulla olevassa kaaviossa (Kuva 6. Palokaavio, revisio A) nähdään palolinja P4011. Linja on perussuunnitteluvaiheessa kopioitu malliin suoraan edellisestä laivasta.



Kuva 6. Palokaavio, revisio A

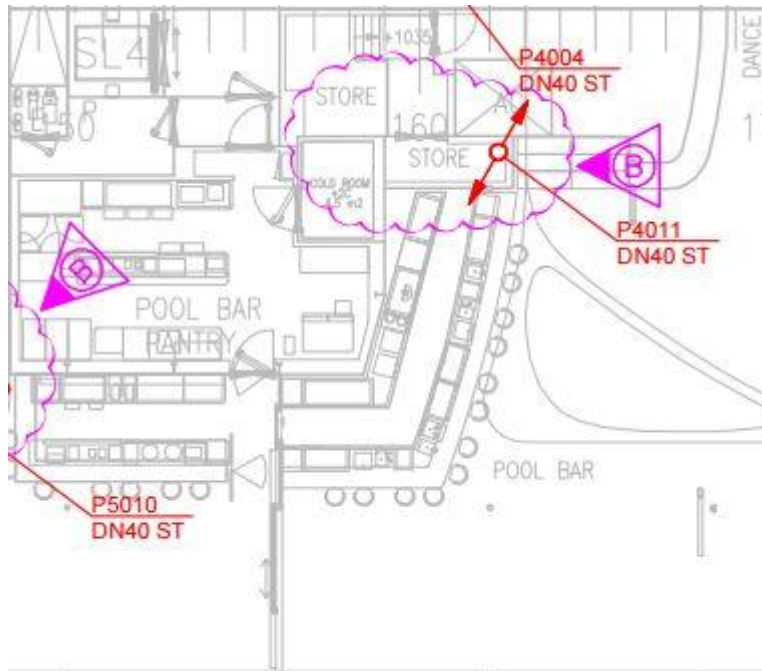
Edellisessä laivassa palolinja on jouduttu reitittämään monimutkaisesti usean laipion läpi, jotta on pystytty pitämään palolinja sisätiloissa. Perussuunnitteluvaiheessa ei kuitenkaan ole otettu huomioon, että uudempaan laivaan on tullut muutoksen myötä lisää lämmintä varastotilaa ja palolinja on mahdollista reitittää suurempaa reittiä. Tämä on korjattu valmistussuunnitteluvaiheessa reitittämällä palolinja suoraan (Kuva 7, Uudelleenreititetty palolinja).



Kuva 7. Uudelleenreititetty palolinja

Tämä on aiheuttanut jälkikäteen muutoksen palokaavioon, joka nähdään seuraavalla sivulla kuvassa 8.





Kuva 8. Palokaavio, revisio B

### Aikataulut

Haastattelujen mukaan aikataulut ovat hyvin saatavilla tiedonhallintajärjestelmästä. Budjetoituja tuntikulutuksia ei tuoda suunnittelijoiden tietoon, eivätkä haastatellut suunnittelijat kokeneet sitä tarpeelliseksi. Vastaajia pyydettiin listaamaan aikataulussa pysymiseen vaikuttavia tekijöitä ja esille tuli seuraavia asioita:

- aikatauluseurannan tarkkailu
- muutokseen reagointi
- suunnitelmallisuus
- tarpeellisen aineiston saatavuus ajoissa

Haastattelujen perusteella aikatauluihin vaikuttavat eniten suunnittelijasta itsestään riippumattomat tekijät, kuten lähtöaineiston saatavuus.

## Ohjelmistoon liittyvät ongelmat

LVI-valmistussuunnittelussa putkien ja kanavien reitittämiseen käytetään cadmatic-ohjelmaa. Pääasiassa ohjelmistoon oltiin hyvin tyytyväisiä, mutta muutamia kehityskohteita tuli ilmi.

Ohjelma antaa mahdollisuuden tehdä asiat väärin tai vaikeimman kautta. Lisäkoulutusta kaivattaisiin, jotta voidaan tehdä suunnittelua oikein, muun muassa materiaalien ryhmitely, osaluettelon teko ja jaksotus olivat asioita, joita LVI-puolen kokeneimmat suunnittelijat toivat esiin koulutusta vaativina kohtina.

Yrityksellä on saatavilla 3D -suunnitteluohje, mutta suunnittelijoita on vaikea saada siihen tutustumaan. Lisäksi materiaali löytyy vain suomen kielellä, joten ulkomailta tuleville suunnittelijoille ei voida sitä toimittaa.

Cadmatic -ohjelmaa ei myöskään pidetty soveltuvana sarjalaivojen tekemiseen, vaan tuntikulutuksen todettiin kasvavan liian suureksi tehdessä suunnittelua virallisen prosessin mukaan.

Osa haastateltavista mainitsi ohjelmistoon liittyviksi ongelmiksi myös komponenttikirjaston puutteet. Myös putkien reititys valmiilla viemäröntiosilla koettiin cadmaticillä kankeaksi.

## Uuden suunnittelijan haasteet

Haastattelussa kysyttiin suunnittelijoilta heidän arviotaan siitä, mikä asia olisi uudelle suunnittelijalle haastavinta. Vastaukset vaihtelivat suuresti vastaajien välillä.

Eniten kokemusta omaavat vastaajat arvioivat tuoreen suunnittelijan haasteeksi yleisesti laivan rakennusprosessin ymmärtäminen sekä laivanrakennukseen ja LVI:hin liittyvät säännöt ja määräykset. Uuden suunnittelijan pitäisi omaksua ja ymmärtää laivan rakentamisen eri vaiheet ja ottaa huomioon lohkon asennot eri asennusvaiheissa.

Kaikki ulkomaiset suunnittelijat mainitsivat uuden suunnittelijan suurimmaksi haasteeksi cadmatic-ohjelman opettelun kun taas suomalaisista ei yksikään. Toisaalta haastateltavien määrä oli liian pieni johtopäätösten tekoon. Asiaan kuitenkin olisi hyvä perehtyä tarkemmin.

Suurin osa vastaajista kuitenkin mainitsivat positiivisena asiana hyvän työilmapiirin ja sen, että apua on aina saatavilla yli osastorajojen kun sitä tarvitsee.

### **Palaverit, palaute ja tiedonkulku**

Käytännössä sisäistä aloituspalaveria ei pidetä, jos projektissa on suunnittelijoita vain 1-2, vaan silloin ohjaus tapahtuu työn ohessa. Useamman suunnittelijan projekteissa pidetään sisäisiä aloitus- ja seurantapalavereja. Kuitenkin vastaajat toivoivat jokaisesta projektin aloituksesta sisäistä aloituspalaveria ja seurantapalavereja.

Palautetta työn laadusta ei tule ellei aineistossa ole suoranaista virhettä. Tätä osa suunnittelijoista piti huonona asiana, koska ilman palautetta ei voi tietää kaipaako asiakas parempaa laatua tai muutoksia, jos virhettä ei ole. LVI-suunnitteluosaston esimies totesi, että asiakkaille on lähetetty tyytyväisyyskyselyitä, mutta vastauksia niihin ei yleensä ole tullut.

Kaikki vastaajat mainitsivat ongelmaksi tiedonkulun. Erityisesti ongelma oli se, ettei perussuunnitteluaineistoon tehtävistä muutoksista tule ilmoitusta. Osa ulkomaisista suunnittelijoista koki myös, ettei kaikkea tietoa jaeta eteenpäin englannin kielellä. Erityisesti ulkomaiset suunnittelijat kokivat etteivät saa tietoa muutoksista.

### **Suunnitteluprosessin heikkoudet**

Kuormitusvaihtelut ovat projektiluontoisessa työssä suuria ja ne vaikuttavat suunnittelutyöhön monella tavalla. Suunnittelutyön laadun ylläpidon koettiin olevan hankalaa: kuormituksen vähentyessä rutiini suunnittelutyön tekemiseen katoaa ja sitä kautta laatu kärsii. Suunnittelijan henkinen paine kasvaa työkuorman vähentyessä, kun pelätään oman työn jatkuvuuden puolesta.

Myös yritykselle kuormituskuopat ja lomautukset ovat haaste. Yritys käyttää varoja uuden työntekijän perehdytykseen ja koulutukseen ja kun joudutaan lomauttamaan työntekijä, on pelkona että lomautuksen aikana työntekijä löytää muita töitä eikä enää palaa lomauttaneen yrityksen palvelukseen. Tämän jälkeen yrityksen on jälleen koulutettava uusi työntekijä.

## Koulutus

Suurin osa suunnittelijoista oli sitä mieltä, ettei itse tarvitse lisäkoulutusta esimerkiksi cadmaticin tai materiaalinhallintajärjestelmän käytössä. Kuitenkin osa vastaajista toi esiin esimerkiksi materiaalinhallintajärjestelmän ongelmia, jotka tosiasiasa johtuivat siitä ettei järjestelmää osattu käyttää oikein.

## Muuta

Haastatteluissa kävi ilmi, ettei yrityksen virallista 3D-suunnitteluohjetta eikä laivan rakennustapaa ole saatavilla englannin kielellä.

### 4.2 Kehitysehdotukset

Kaikki haastateltavat toivoivat mahdollisuutta tutustua laivanrakennuksen tuotantopuoleen. Yrityksessä tulisi aloittaa aktiivisesti telakka- ja työpajavierailujen toteutuksen suunnittelu ja määrätä niihin vastuuhenkilö. Erityisesti kuormituksen ollessa alhainen voisi näitä vierailuja toteuttaa sen vaikuttamatta käynnissä oleviin projekteihin.

Lisätutkimuksia pitäisi tehdä, jotta saataisiin perussuunnitteluaineistoon muutoksia aiheuttavat seikat. Perussuunnitteluaineiston muutoksia ei voida kokonaan estää, mutta niiden syihin tulisi perehtyä, jotta voidaan tehdä lisäselvitystyötä muutosten vähentämiseksi. Jatkoselvitystä kaivattaisiin, miten voitaisiin parantaa tiedonkulkua erityisesti perussuunnitteluaineistoon tapahtuvista muutoksista.

Yrityksessä tulisi järjestää sisäisiä koulutuksia eri aihealueista ja sillä tavoin kustannustehokkaasti kehittää henkilöstön osaamista. Vaikka vain pieni osa vastaajista koki tarvitsevansa koulutusta, tuli haastatteluissa ilmi sellaisia prosessin ongelmakohtia, jotka tosiasiasa johtuivat siitä ettei ohjelmia, ohjeita tai järjestelmiä osattu käyttää oikein. Yrityksessä työskentelee eri osa-alueiden asiantuntijoita, joiden ammattitaitoa tulisi käyttää hyväksi koulutuksia järjestettäessä. Koulutuksissa tulisi keskittyä pieneen aihealueeseen kerrallaan ja herättää keskustelua suunnittelijoiden välillä. Tässä avautuu samalla mahdollisuus kohentaa ryhmähenkeä ja alentaa kynnystä kysyä kollegalta apua. Koulutusten järjestämistä suunnitellessa tulee ottaa huomioon myös se haastatteluissa esiin tullut fakta, että vain harva koki tarvitsevansa koulutusta.

Ohjelmistoon liittyviä ongelmia pitäisi viedä eteenpäin cadmatic-ohjelman kehittäjälle. Kehitettävänä olisi sarjalaivojen suunnittelun epäkohtiin puuttuminen ja valmiilla viemäriosilla reitittämisen hankaluus.

Haastatteluissa kävi ilmi, ettei asiakkailta yleensä saada vastauksia tyytyväisyyskyselyihin. Tähän asiaan pitäisi aktiivisesti paneutua ja pohtia keinoja palautteen saamiseksi. Palautteen saaminen asiakkailta on yksi edellytys yhtiön tavoitteen mukaisen virheettömän lopputuotteen aikaansaamiseksi ja asiakastyytyväisyyden kasvattamiseksi. Suunnittelijat myös kaipasivat enemmän palautetta tekemästä työstään.

Ulkomaiset suunnittelijat kokivat, etteivät saa kaikkea tietoa palavereista koska kokousmateriaalia ei käännetä englanniksi. Lisäselvitystyönä tulisi perehtyä onko tiedonkulussa oikeasti eroja eri kielten välillä vai onko kyse siitä, että vieraskieliset kokevat jäävänsä tiedon ulkopuolelle. Jos tiedonkulussa ei ole kielten välillä eroja, pitäisi perehtyä miksi ulkomaalaiset kokevat silti jäävänsä osittain tiedon ulkopuolelle, vaikkei todellisuudessa näin ole.

Jatkossa tulisi myös miettiä projektin sisäisten aloituspalaverien ja projektin seurantapalaverien pitämistä, sillä se oli kaikkien haastateltujen suunnittelijoiden yhtenäinen toive.

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata LVI-valmistussuunnitteluprosessi. Prosessikuvauksen lisäksi haluttiin kartoittaa prosessin ongelmia suunnittelijoiden näkökulmasta. Prosessikuvauksen tekemisen perustana käytettiin yrityksessä työskentelevien LVI-suunnittelijoiden haastatteluja ja yrityksestä löytyviä 3D-suunnitteluohjeita. Prosessin ongelmakohtia kartoitettiin haastattelujen perusteella.

Johdannossa esiteltiin toimeksiantajayritys lyhyesti sekä esiteltiin työn tavoitteet ja rajaus. Luvussa 2, tämän opinnäytetyön tietoperusta-osiossa, perehdyttiin prosessikuvaukseen ja sen kuvaus- ja kehittämisvaiheiden teoriaan, haastattelututkimuksen teoriaan ja käytiin läpi LVI-suunnitteluprosessin rajapinnat muihin prosesseihin.

Tämän opinnäytetyön tuloksena on sanallinen LVI-valmistussuunnitteluprosessikuvaus luvussa 3 sekä uimaratakaavion muodossa liitteessä 4. Suunnitteluprosessin perustietomake on liitteenä 5 ja prosessin toiminnot -taulukko liitteenä 6.

Prosessin ongelmiin ja kehitysehdotuksiin keskityttiin luvussa 4. LVI-valmistussuunnitteluprosessin ongelmiksi paljastuivat perussuunnitteluaineistoon liittyvät ongelmat, muutoksista tiedottamisen ongelmat, ja pienet kehityskohteet suunnitteluohjelmistossa. Myöskin suunnitteluohjeet tulisi löytyä sekä suomen-, että englanninkielisinä.

Suunnitteluprosessin kehitysehdotuksia olivat palaverikäytäntöjen tarkastaminen, esimerkiksi projektin sisäisten aloituspalaverien pitäminen, tuotantoon tutustumisen mahdollistaminen suunnittelijoille, koulutusmateriaalin kääntäminen englanniksi sekä palautteen antamisen lisääminen suunnittelijoille. Myös säännöllisten yrityksen sisäisten koulutusten järjestäminen tulisi aloittaa, sillä osa esiin tulleista prosessin ongelmista johtuivat todellisuudessa siitä ettei ohjelmia, ohjeita tai järjestelmiä osattu käyttää oikein.

Opinnäytetyö oli ajankohtainen ja tarpeellinen. Yrityksessä on jatkuvan parantamisen asenne ja tavoitteena on virheetön lopputuote oikeassa aikataulussa. Tämän opinnäytetyön tuloksien on tarkoitus tukea näitä molempia tavoitteita.

Jatkotutkimuksia olisi syytä kohdistaa erityisesti perussuunnitteluaineiston muutoksien hallintaan ja niistä tiedottamiseen.

## LÄHTEET

Allstars Engineering Oy, 2016. Viitattu 31.1.2017. <http://www.aegroup.fi/>

Anttila, P. 2014. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Viitattu 26.1.2017 <https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/>

Haastattelu – Haastattelumuodot. Opinnäytetyön tukimateriaali, verkkodokumentti. Kajaanin Ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.1.2017 <http://www.kamk.fi/opari/opinnaytetyopakki/teoreettinen-materiaali/tukimateriaali/aineiston-keruumenetelmat/haastattelu>

Hirvonen, J. 2015. Prosessien mallintaminen ja kehitystyössä hyödyntäminen, verkkodokumentti. Viitattu 26.4.2017 <https://www.qpr.com/fi/blog/prosessien-mallintaminen-ja-kehitysty%C3%B6ss%C3%A4-hy%C3%B6dynt%C3%A4minen>

IMS - Prosessin kuvaaminen -verkkodokumentti. Viitattu 26.4.2017. [http://media.ims.fi/Artikkelit/Prosessit/Prosessien\\_kuvaaminen..pdf](http://media.ims.fi/Artikkelit/Prosessit/Prosessien_kuvaaminen..pdf)

Innokylä, 2015. Työskentely - toimintamalli. Verkkodokumentti, viitattu 26.4.2017 <https://www.innokyla.fi/kehittaminen/toimintamalli>

JHS -suositukset, Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta, 2012. Viitattu 31.1.2017 <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS152/JHS152.html#H6>

Jyväskylän yliopisto, tutkimusstrategiat, tapaustutkimus 2015. Viitattu 31.1.2017 <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus>

Koho, C. 2010 Palkanlaskennan prosessikuvaus Case: Saimaan talous ja tieto Oy, 2010. Viitattu 6.2.2017. [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24532/Koho\\_Carita.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24532/Koho_Carita.pdf?sequence=1)

Martinsuo, M & Blomqvist, M. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä, Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 4.4.2017 [https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/prosessien-mallintaminen-osana-toiminnan-kehittamista\(0fcee334-b120-4b28-9433-c996a0d24657\)/.html](https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/prosessien-mallintaminen-osana-toiminnan-kehittamista(0fcee334-b120-4b28-9433-c996a0d24657)/.html)

Opetushallitus, säädökset ja ohjeet, laadunhallinnan tuki, 5. Prosessit. Verkkodokumentti, viitattu 24.4.2017 [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/leonardo\\_quality\\_in\\_vet\\_schools/balanced\\_scorecard/bsc\\_prosessi/prosessit](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/leonardo_quality_in_vet_schools/balanced_scorecard/bsc_prosessi/prosessit)

Opinnäytetyöpakki - tutkimustyyppit, Opinnäytetyön tukimateriaali, verkkodokumentti Kajaanin ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.2.2017 <http://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Tutkimustyyppit/Kuvaileva/Tapaus>

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto, verkkojulkaisu. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto. [http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5\\_5.html](http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html)

Sahi, A 2006. Prosessin kehittämisen vaiheet, verkkodokumentti. Viitattu 20.3.2017 <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/0303012/1106227851022/1106577077518/1107020129145/1149533442477.html>

SFS, Laadunhallinnan periaatteet 2016. Verkkodokumentti, viitattu 27.4.2017 [https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tuotteet\\_valokeilassa/iso\\_9000\\_laadunhallinta/laadunhallinnan-periaatteet](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_9000_laadunhallinta/laadunhallinnan-periaatteet)

Sosiaalitalo.fi, Prosessijohtaminen -verkkodokumentti. Viitattu 26.4.2017 <http://sosiaalitalo.fi/ep/tiedostot/prosessijohtaminen.pdf>

Tuurala, T, Prosessit -verkkodokumentti 2010. Viitattu 25.4.2017 <http://www.kotiposti.net/tuurala/prosessit.htm>

Virtuaaliammattikoulu, Haastatteluun perustuvan tutkimuksen suorittaminen, 2007. Viitattu 7.2.2017 <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289380312/1194290540422.html>



Nimi:

Kokemus:

### LVI-suunnitteluprosessin kuvaus

- Kuvaile suunnitteluprosessin eteneminen
  - a. Startup -datan hankkiminen
  - b. Reititys
  - c. Piirustusten tarkastus
  - d. Piirustusten hyväksytys tilaajalla

### Suunnitteluprosessin ongelmat

- Mitkä ovat suunnitteluprosessin heikkoudet?
- Mitkä ovat suunnitteluprosessin vahvuudet?
- Projektipalaverit
  - a. Pidetäänkö palavereja
  - b. Laajuus
- Oletko ollut tutustumassa tuotantopuoleen
  - a. Onko tarpeellista?
- Ohjelmistoon (Cadmatic) liittyvät ongelmat
  - a. Onko tarvetta koulutukselle?
  - b. Ohjelmisto-ongelmat
- Mitkä ovat uuden suunnittelijan haasteet?
- Saatko riittävästi palautetta työstäsi
  - a. Esimieheltä?
  - b. Tilaajalta?











